

Aus dem Anatomischen Institut der Universität Basel
Vorsteher: Prof. Dr. E. Ludwig

Über das Vorkommen von Ganglienzellen in der Pars spinalis nervi accessorii

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der Universität Basel

vorgelegt von

Peter Waibel

von Bockten (Baselland)



Basel 1954

Verlag von S. Karger in Basel

Von der Medizinischen Fakultät Basel genehmigt auf Antrag
von Prof. Dr. *E. Ludwig*

Tag der Promotion: 23. Januar 1953



Aus dem Anatomischen Institut der Universität Basel (Prof. Dr. E. Ludwig)

ÜBER DAS VORKOMMEN VON GANGLIENZELLEN IN DER PARS SPINALIS NERVI ACCESSORII

Von PETER WAIBEL

I. Einleitung.

Die im 18. Jahrhundert einsetzende Accessoriusforschung beschränkte sich in der ersten Zeit naturgemäß auf die makroskopische Betrachtung. Erst mit dem Auftreten der Zellenlehre gesellte sich die mikroskopische Untersuchung erfolgreich hinzu, und seit einigen Jahrzehnten werden diese Methoden durch das Experiment und durch den pathologisch-anatomischen Befund ergänzt. Da die Morphologie des elften Hirnnerven durch seine ungemein variablen und inkonstanten Anastomosen, einerseits intradural mit dorsalen Cervicalnervenzwurzeln, andererseits peripher mit Nerven aus dem Plexus cervicalis recht kompliziert ist, stehen der Erforschung des Faserverlaufes, dem Endziel neuro-anatomischer Forschung, erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Dasselbe gilt für die Ermittlung der Faserfunktionen. Immerhin finden sich in der Literatur mehrere Berichte experimentellen Inhaltes, die uns dem Verständnis des N. accessorius etwas näher gebracht haben.

Gegenwärtig wird der 11. Hirnnerv meist als rein motorisch beschrieben (*Piersol* [1907], *Hovelacque* [1927], *Pensa e Favaro* [1935], *Sieglbauer* [1940], *Morris* [1942], *Villiger-Ludwig* [1946], *Mettler* [1948], *Testut* [1949], *Benninghoff* [1950]). Aber schon recht alte Literatur bezweifelt diesen einheitlichen Charakter, und sensible Anteile werden mit mehr oder weniger Sicherheit angenommen. Mehrfach werden diese indessen auf Anastomosen mit dorsalen Cervicalnervenzwurzeln zurückgeführt (*Morris* [1942], *Rauber-Kopsch* [1943]), sofern in den Anastomosen nicht bloße Anlagerungen gesehen werden (*Pensa e Favaro* [1935]). *Chiarugi* [1937] hält sensible Fasern im bulbären Teil für möglich, den spinalen betrachtet er als rein motorisch. *Cunningham* [1937], *Gray* [1938] und *Waldeyer* [1950] erwähnen weder intracraniale Anastomosen noch sensible Anteile, *Pernkopf* [1952] erwähnt die intraduralen Anastomosen. *Kuntz* [1945] betrachtet sensible Bestandteile als wahrscheinlich. *Rouvière* [1948] schließt sich *Laruelle* und *Reumont* [1947] an, laut welchen der spinale Accessorius motorische, sensible und autonome Fasern führt und sensible Ganglien an den Verbindungen der Wurzelfäden mit dem Stamme aufweist. *Brodal* [1948] erwähnt die sensiblen Bestandteile.

Eine sensitive Komponente des N. accessorius kann seit *Vulpian* [1862] nicht mehr bestritten werden. Denn einer großen Zahl von Forschern ist seither der Nachweis von Spinalganglienzellen in bulbären, einigen auch in spinalen Wurzeln, im Stamm intrakranial und selbst im R. lateralis geglückt. Über die Zahl und die Dimensionen dieser Elemente beim Menschen ist jedoch noch nichts, und über ihre Anordnung ist noch wenig bekannt. Diese Fragen etwas abzuklären, haben wir uns zur Hauptaufgabe gemacht.

II. Literatur.

Soweit sie uns zugänglich war, haben wir die Literatur über den 11. Hirnnerven von *Huber* [1741] an eingesehen, aber sie ist viel zu umfangreich, um auch nur auszugsweise wiedergegeben zu werden. Wir verweisen daher auf das Literaturverzeichnis.

I. Anastomosen des N. accessorius.

Die wichtigsten den Menschen betreffenden Arbeiten über Anastomosen sind diejenigen von *Kazzander* [1891], *Weigner* [1901] und *Uenae* [1930]. Säugetiere untersuchten *Kazzander* [1891], *Ellenberger* und *Baum* [1943], *Uenae* [1930], *Tanaka* [1932], *Tsuruyama* [1939], *Romanes* [1939/40].

2. Ganglien am *N. accessorius*.

«Ganglien», d.h. makroskopische Anschwellungen am Accessorius wurden seit *Huber* [1741] beschrieben, aber die Feststellung von Spinalganglienzellen und zwar im bulbären Teil geht auf *v. Lenhossek* [1855] und *Vulpian* [1862] zurück. Später wurden sie wiederholt nachgewiesen, so von *Luschka* [1862], *Weigner* [1901], *Fahmy* [1927]. *Laruelle* und *Reumont* [1948] aber waren die ersten, die auf ihre Anwesenheit im spinalen Teil aufmerksam machten. *Windle* [1931] u. a. fanden sie bei Tieren z.T. in beiden Abteilungen des Nerven.

III. Eigene Untersuchungen.

1. Material und Technik.

Dem freundlichen Entgegenkommen von Prof. Dr. S. *Schönberg*, Vorsteher des Gerichtsmedizinischen Instituts der Universität Basel, verdanken wir die Möglichkeit, aus drei Leichen die Nervi accessorii entnehmen zu können; die erste wurde zur Einübung des technischen Vorgehens verwendet, an den beiden andern erhoben wir unsere Befunde.

Das erste Nervenpaar, im folgenden stets mit Nerv 1 und Nerv 2 bezeichnet, stammt von einer 68jährigen, an akuter Magenblutung verstorbenen Frau, deren Autopsie sonst keine wesentlichen pathologischen Befunde aufdeckte. Das zweite Nervenpaar (Nerv 3 und 4) entnahmen wir der Leiche eines an CO-Vergiftung verstorbenen 54jährigen Mannes ohne weiteren pathologisch-anatomischen Befund.

Zur Freilegung der Nerven wurde die Wirbelsäule von ventral her zwischen dem 6. und dem 7. Halswirbel durchtrennt, das Gehirn wurde unter Schonung der Hirnnerven bis auf die Brücke und die Oblongata entfernt. Anschließend wurde der N. accessorius dicht bei seinem Eintritt ins Foramen jugulare durchschnitten, das Foramen occipitale magnum wurde umsägt und mit der Halswirbelsäule zusammen herausgenommen. Alsdann wurden die Wirbelbögen abgetragen, die Dura eröffnet und die Leptomeninx unter der Lupe soweit abgetragen, daß die Fixierungsflüssigkeit den Accessorius umspülen konnte.

Beide Nervenpaare wurden 6 Stunden nach dem Tode fixiert, das erste 5 Tage lang in 10 %igem Formol und anschließend 11 Tage in *Müllerscher* Lösung, das zweite wurde für 24 Stunden in *Susa* eingelegt und anschließend während 2 Tagen in 95 %igem Alkohol entwässert.

Nach dieser Vorbehandlung wurde unter der Lupe der makroskopische Befund sorgfältig aufgenommen (Seite 131 ff). Dann wurden die Nn. accessorii vom Rückenmark getrennt und in einzelne Stücke zerlegt, die jeweils aus einer Strecke des Stammes mit den dazugehörigen spinalen Wurzelfäden bestanden. Bei den Nerven 1-3 wurden die Wurzeln unmittelbar am Austritt aus dem Rückenmark durchtrennt, beim Nerven 4 beließen wir an jeder Wurzel ein Stückchen Rückenmark, um die Eintrittsstelle und dort allenfalls vorhandene Zellen übersehen zu können. Die bulbären Wurzeln wurden nicht berücksichtigt, da über ihren Zellgehalt genügende, wenn auch nicht quantitative Angaben in der Literatur niedergelegt sind; der Stamm wurde daher dicht unterhalb des Eintrittes der kaudalsten bulbären Wurzel durchschnitten.

Die Stücke der Nerven 1 und 2, in der üblichen Weise in Celloidin eingebettet und in Glycerin aufgehellt, wurden nach dem Verfahren von *Springfeld* [1935] in Serien zu 15 μ zerlegt. Die Färbung auf Markscheiden erfolgte nach dem im hiesigen Institut gebräuchlichen Verfahren (*Hjiang* [1951]). Die Nerven 3 und 4 verarbeiteten wir zu 10 μ dicken Paraffinserien; Nerv 3 wurde mit Azan, Nerv 4 mit Hämalaun-Benzopurpurin gefärbt.

Da selten mehr als 5 Zellen in einem Schnitt vorhanden sind, fiel ihre Zählung nicht schwer. Um Irrtümer zu vermeiden, zählten wir jedes Element nur dort, wo sein Nucleolus in den Schnitt fällt. Wir identifizierten aber jede Zelle auch in den angrenzenden Schnitten.

2. Makroskopischer Befund.

Die Präparation der 4 Nerven unter der 6fach vergrößernden binokularen Lupe ergab rein makroskopisch nichts Grundsätzliches, was nicht durch frühere Autoren schon beschrieben wäre. Wie aus den schematischen Abb. 1 und 2 hervorgeht, verhalten sich die spinalen Wurzelfäden von Fall zu Fall nach Zahl und Ursprungshöhe verschieden. Den Rückenmarkssegmenten entsprechend angeordnet sind sie nie, vielmehr ist ihre Zahl stets größer als diejenige der Cervical-segmente, aus denen sie zum Vorschein kommen. Alle verlaufen aufsteigend. Den kranialsten Wurzelfaden bezeichnen wir als den ersten, die kaudal folgenden als den 2., 3. usw. Kaudale Teile des Nerven nennen wir auch zentral, kraniale peripher. Unter «Verlängerung der Wurzel» verstehen wir die Strecke derselben, die zwar schon aufsteigend im Stamm verläuft, aber als solche trotzdem noch kenntlich ist. Wo die Wurzeln nämlich kranialwärts in den Stamm übergehen, verlaufen sie, durch Bindegewebe isoliert, zunächst auf eine Strecke von etwa 5 mm unter Wahrung ihrer Individualität weiter, um erst nachher in seiner Substanz aufzugehen. Weiterhin gilt für alle unsere 4 Fälle, daß das Ganglion C1 extradural lag, und daß die Anastomose des spinalen Accessorius zur Rad. dors. C1 zentral vom Ganglion, noch im Duralsacke, die hintere Wurzel erreicht.

Zahl und Herkunft der Accessoriuswurzeln gehen aus der zweiten Kolonne der Tabelle 5 hervor. Den aus den Abbildungen und Tabellen ersichtlichen Angaben ist folgendes beizufügen.

Nerv 1: Kranial von den Eintrittsstellen der 1. und der 4. Wurzel in den Stamm findet sich an diesem je eine Anschwellung (Abb. 1). Die Rad. dors. C1 ist wie häufig beschrieben schwach, aber ihr Ganglion ist in typisch extraduraler Lage vorhanden. Sie gibt lateral von ihrer Kreuzung mit dem Accessoriusstamm eine aufsteigende Anastomose an diesen ab, die ihn etwas kaudal vom Eintritt des 5. Wurzelfadens erreicht, des kranialsten aus C2, kaudal von der unteren

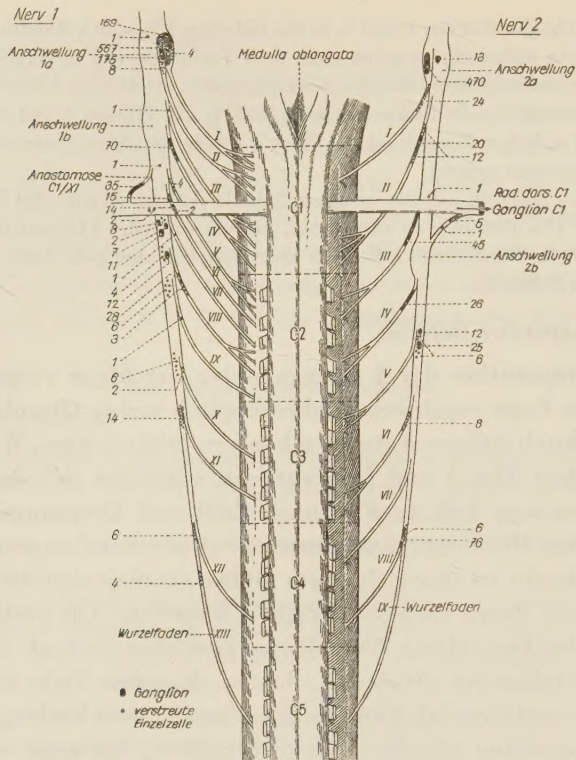


Abb. 1

Anschwellung. Auf Grund der mikroskopischen Untersuchung läßt sich mit Sicherheit sagen, daß ihre Fasern in der Rad. dors. C 1 zentralwärts laufen. Folglich müssen ihre Zellen im Accessorius selbst liegen, an welcher Stelle aber ist ungewiß.

Nerv 2: Kranial vom ersten und vom vierten Wurzelfaden trägt der Stamm je eine Anschwellung. Die Rad. dors. C 1 verhält sich wie bei Nerv 1. Auf der Höhe der kaudalen Anschwellung, kaudal vom Eintritt des 3. Wurzelfadens (des kranialsten aus C 2) geht eine Anastomose lateralwärts aufsteigend ab und erreicht die Rad. dors. C 1 seitlich von ihrer Kreuzung mit dem Accessoriusstamm. Die zentralen Fasern laufen also im spinalen Accessorius, die peripheren in C 1; ob die Zellen im Ganglion C 1 oder im Accessorius spinalis liegen, ist nicht festzustellen.

Nerv 3: Anschwellungen sind nicht sichtbar. Die schwache Rad. dors. C 1 kreuzt den Accessorius dorsal, unmittelbar kranial vom Eintritt des zweiten Wurzelfadens in den Stamm, und ist daselbst von diesem nicht zu trennen. Es läßt sich aber nicht ermitteln, ob

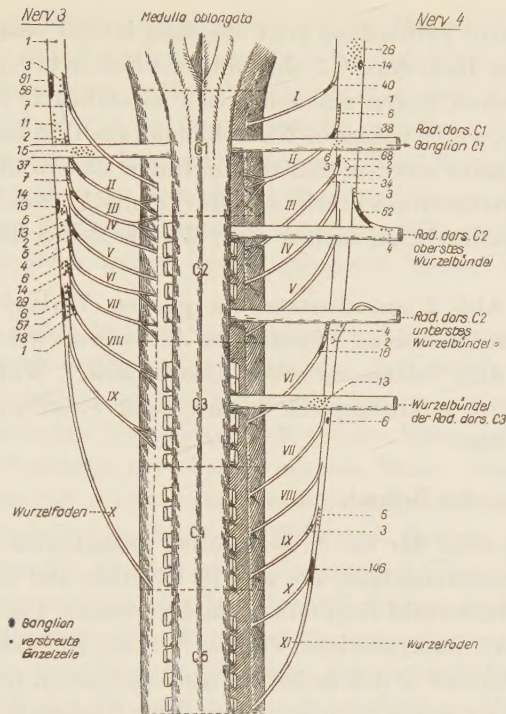


Abb. 2

nur bindegewebige Anhaftung oder Faseraustausch vorliegt; jedenfalls zieht die Rad. dors. jenseits der Verbindung in unveränderter Dicke weiter. Der erste Wurzelfaden kreuzt aufsteigend die Rad. dors. C 1 dorsal, richtet sich dann aber ventralwärts und senkt sich ventraler als jene ins Rückenmark.

Nerv 4: Auch dieser zeigt keine makroskopischen Anschwellungen. Die Rad. dors. C 1 ist dünn, aber sonst typisch. Sie verbindet sich mit dem Accessoriusstamm kranial vom Eintritt seiner zweiten Wurzel (aus C 1); makroskopisch ist Faseraustausch nicht festzustellen.

Von lateral her nimmt der Accessorius eine spitzwinklig aus der Rad. dors. C 2 aufsteigende Anastomose auf, die ihn auf der Höhe der 4., aus C 2 stammenden Wurzel erreicht. Wo die Zellen dieser Fasern liegen, ist nicht zu sagen (Ganglion C 2 ?), aber die zentralen Fasern dürften im Accessorius laufen und die peripheren in C 2; ob die zentralen bis in bulbäre Wurzeln aufsteigen oder in spinalen enthalten sind, was mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat, muß fraglich bleiben.

Eine zweite Verbindung geht ebenfalls lateral vom Stamm, wiederum aus der Rad. dors. C 2 ab, bildet medialwärts verlaufend einen kranial konvexen Bogen und senkt sich kaudalwärts in den Stamm auf der Höhe, wo er seinen 6. Wurzelfaden (aus C 3) aufnimmt. Hier darf angenommen werden, daß die zentralen Fasern über eine der 5 kaudalsten Accessoriuswurzeln das Rückenmark erreichen, und daß die peripheren in C 2 zu suchen sind. Wo die Zellen liegen, ist nicht ersichtlich.

Das in Abb. 2 angedeutete, im ganzen Verlauf gleich dicke Bündel aus der Rad. dors. 3 kreuzt den Accessorius wie üblich dorsal, ist aber mit dem Stamm zwischen dem 6. und 7. Wurzelfaden verwachsen. Selbst mikroskopisch konnte kein Faseraustausch nachgewiesen werden.

3. Mikroskopischer Befund.

Die Mehrzahl der im N. accessorius enthaltenen Zellen ist zu Ganglien zusammengefaßt, die aus 10 bis über 400 Elementen bestehen, die Minderzahl liegt einzeln und verstreut. Die größten Ganglien treffen wir im kranialsten Teil des Nerven. In beiden Fällen sind die Zellen entweder in den freien Wurzeln enthalten, freilich in unserem Material nie in der nächsten Nähe ihres Ursprunges, oder in den Stammstrecken derselben oder endlich im Stamme selbst ohne erkennbare Beziehung zu bestimmten Wurzeln. Besonders häufig finden wir sie oberflächlich zu den Nervenfasern im Bindegewebe der Scheide, nicht selten aber auch mitten in den Strängen drin. Dieser Anordnung entsprechend sind die Ganglien lang und schlank, so daß auf Querschnitten höchstens 4 bis 5 Zellen gleichzeitig getroffen sind. Das gilt nicht für das Ganglion in der ersten und zweiten Wurzel des Nerven 1, wo auf einem Querschnitt bis 20 Zellen vorkommen und für das Ganglion im ersten Wurzelfaden des Nerven 2, wo bis 15 Zellen im Schnitt zugleich sichtbar sind. Die verstreuten Zellen lassen keine Beziehung zueinander erkennen. Die schon makroskopisch sichtbaren Anschwellungen enthalten nur zum Teil Zellen; 1a und 2a enthalten solche, 1b und 2b aber nicht (Abb. 1). Wo Zellen fehlen, ist die bindegewebige Scheide des Nerven verdickt. Kazzander [1891] hat mehrere solche Fälle beschrieben, ebenso Laux, Guerrier und Olivier [1950]. Rein makroskopisch ist demnach die Diagnose Ganglion am spinalen Accessorius unmöglich.

Um die Verteilung der Zellen zahlenmäßig anschaulich zu machen, stellten wir in den Tabellen 1 bis 4 die drei letzten Kolonnen

zusammen. Aus ihnen ist ersichtlich, auf der Höhe welches Zervikalsegmentes sie sich befinden. Von einer Zugehörigkeit der Zellen zu diesen Segmenten kann natürlich nicht die Rede sein. Liegt eine Zelle in einer Wurzel oder in der Stammstrecke derselben, so erreicht ihre zentrale Faser recht wahrscheinlich in eben dieser Wurzel das Rückenmark, liegt sie aber im Bereich des Stammes, dessen Zugehörigkeit zu bestimmten Wurzeln sich nicht feststellen läßt, so kann die zentrale Faser in jeder weiter kaudal gelegenen Wurzel zum Rückenmark ziehen.

Daß die Zellen in ihrer longitudinalen Anordnung der Wurzelfolge wenigstens annähernd entsprechen, darf wohl vorausgesetzt werden. Wir haben wenigstens nur longitudinalen Verlauf der Fasern, nie aber Schleifen und Umbiegungen feststellen können. Auch embryologische Überlegungen sprechen in diesem Sinne, wenn schon hervorzuheben ist, daß wir über die Entwicklung der Accessoriusganglien trotz der Arbeiten von *Streeter* [1905] und *Pearson* [1938] nichts Präzises wissen. Es ist aber anzunehmen, daß diese Nervenknoten entweder Abspaltungen der Spinalganglienleisten sind oder aus der Gegend der Vagusganglien kaudalwärts ausgeschwärmte Elemente, somit Derivate der Kopfganglienleiste. Im ersten Fall wäre schwer einzusehen, daß sich die Neuroblasten in erheblichem Umfange longitudinal gegeneinander verschieben sollten, und im zweiten dürften sie wohl auch nicht durcheinander geraten, sondern sich so ziemlich in der Reihenfolge des Ausschwärmens kaudokranial übereinander aufreihen.

Nerv 1: In der kranialen Anschwellung des Stammes (1a) liegt ein Ganglion, den Fasern angeschlossen und in Bindegewebe eingehüllt. In seinem kranialen, einheitlichen Teil enthält es 169 Zellen. Kaudalwärts verfolgt spaltet es sich in 2 Zellgruppen auf, die in die beiden ersten Wurzeln hinein zu verfolgen sind. In der ersten liegen 567 Zellen als Bestandteile des Ganglion, 4 weitere zerstreut. Der zweite Wurzelfaden enthält 175 Elemente des Ganglion und 8 verstreute. Demnach dürften in der ersten Wurzel 571 und in der zweiten 183 sensible Fasern enthalten sein. Da kaum anzunehmen ist, daß kaudalen Wurzeln entsprechende Zellen kranial von denen der beiden ersten liegen, werden wohl auch die 169 Elemente des einheitlichen Teils diesen zugeordnet sein, im Ganzen also 923. Im Stamm liegt auf der Höhe der beiden ersten Wurzeleintritte 1 Zelle an der Peripherie des Querschnittes. Auf welchem Wege ihre zentrale Faser das Rückenmark erreicht, steht dahin; sogar Verlauf über die

Wurzeln	Anzahl	Segment	Wurzeln	Stamm	Total
1+2	169	C 1	994	1	995
1	571				
2	183				
3	1				
4	70				
5	4	C 2	68	51	119
6	31				
7	1				
8	31				
9	1				
10	2	C 3	2	20	22
11	—				
12	—	C 4	—	—	—
13	10	C 5	10	—	10
Total	1074	C1—C5	1074	72	1146

Tabelle 1

Zusammenstellung der Zellen in *Nerv 1* nach Vorkommen in Wurzeln und Stamm.

Anastomose (siehe unten) und die Rad. dors. C 1 ist nicht ganz auszuschließen. Eine weitere isolierte Zelle befindet sich im dritten Wurzelfaden; die Lage dieses Neurons ist klar. Die vierte Wurzel enthält 70 Zellen in einem länglichen Ganglion zusammengefaßt. Soweit der spinale Accessorius aus dem ersten Zervikalsegment entspringt, enthält er also 995 Zellen, davon 981 zu Ganglien zusammengefaßt. Die kaudale Anschwellung des Stammes (1b) ist nicht durch Zellen, sondern durch Bindegewebe bedingt.

In der 5. Wurzel liegen 4 verstreute Zellen, im entsprechenden Stammbereiche eine. Die 6. Wurzel weist zwei einzeln liegende und 29 zu Gruppen von 14 und 15 angeordnete Zellen auf. Kaudal vom Eintritt der 5. Accessoriuswurzel entspringt aus dem Stamm eine Anastomose und geht lateralwärts absteigend in die Rad. dors. C 1 über. Mikroskopisch läßt sich nachweisen, daß dieser dünne Faden in der Rad. dors. C 1 zentralwärts verläuft. Die vom Accessorius herkommenden sensiblen Fasern treten also durch die Rad. dors. C 1 ins Rückenmark. Wo ihre Zellen liegen, ist recht unsicher. Abgesehen davon, daß wir den bulbären und den extrakranialen Teil des Nerven nicht untersuchten, kommen im Spinalteil oberhalb der Anastomose zwei Zellen im Stamm in Frage, von denen die eine auf der Höhe des kranialsten Ganglion und die andere auf der Höhe des 5. Wurzelfadens

liegt. In der Anastomose liegen 35 Zellen, in der Hinterwurzel selbst, proximal von der Anastomose zwei. Insgesamt sind wohl 39 Zellen den die Anastomosen durchziehenden Neuren zuzuordnen, aber das dürften kaum alle sein.

Wurzel 7 beherbergt selbst eine Zelle, der Stamm auf ihrer Höhe 2 verstreute und 26 zu Gruppen von 7, 8 und 11 zusammengefaßte. In der 8. Wurzel liegen 3 verstreute und 28 zu einem Ganglion vereinigte Zellen, im Stamm auf ihrer Höhe 12 in Gestalt eines Ganglion und 4 verstreute. Der 9. Wurzelfaden enthält eine Zelle, sein Stamm-bereich 6. Das Ursprungsgebiet aus dem zweiten Cervicalsegment weist demnach 119 Zellen auf, darunter 95 zu Ganglien zusammengefaßte und 24 verstreute. Die 68 in Wurzeln liegenden Zellen senken ihre zentralen Fasern ins zweite Cervicalsegment, während die peripheren im N. accessorius laufen. Von den 51 im Stamm liegenden Zellen ist nicht sicher zu sagen, ob ihre zentralen Fasern das zweite oder ein weiter kaudal gelegenes Rückenmarkssegment erreichen. Die 35 Zellen in der Anastomose senden ihre zentralen Fasern auch in C 2, aber über die entsprechende dorsale Wurzel. Die Anastomose scheint allerdings kräftig genug, um die Annahme zuzulassen, daß sie auch Fasern führt, deren Zellen vielleicht im Ganglion C 1 liegen.

Die zehnte Wurzel birgt in ihrer Verlängerung 2 Zellen, im Stamm sind auf ihrer Höhe 6 vorhanden. Der elfte Faden enthält selbst keine Zelle, sein Stammbereich aber 14 verstreute. Auf der Höhe des 3. Zervikalsegmentes liegen somit insgesamt 22 verstreute Zellen, davon senken nur 2 ihre zentralen Fasern in dieses Segment, 20 sind in dieser Hinsicht unbestimmbar.

Der 12. Wurzelfaden (C 4) enthält keine Zelle, sein Stammbereich deren 6.

Im letzten (13.) Wurzelfaden, der aus C 5 entspringt, liegen 4 verstreute Zellen.

Von den insgesamt 1146 Zellen liegen in Wurzeln 138, im Stamm-bereich desselben 926, im Stamm selbst 82 und in der Anastomose 35.

Nerv 2: In der Stammstrecke des 1. Wurzelfadens, durch Bindegewebe vom Stamm noch getrennt, finden wir ein Ganglion von 470 Zellen, in der Wurzel selbst verstreut 24 Zellen. Kaudal von der Wurzel liegt ein Ganglion von 13 Zellen im Stamme selbst. Der zweite Wurzelfaden weist ein Ganglion von 20 Zellen auf und zentral davon 12 verstreute Elemente. Im Bereiche von C 1 liegen somit 503 in Ganglien vereinigte und 36 verstreute Zellen; 526 sind den beiden Wurzeln zugeordnet, für 13 läßt sich diese Beziehung nicht feststellen.

Wurzeln	Anzahl	Segment	Wurzeln	Stamm	Total
1	494	C 1	526	13	539
2	32				
3	45	C 2	71	1	72
4	26				
5	—	C 3	8	43	51
6	8				
7	—	C 4	76	—	76
8	76				
9	6	C 5	6	—	6
Total	687	C1–C5	687	57	744

Tabelle 2

Zusammenstellung der Zellen in *Nerv 2* nach Vorkommen in Wurzeln und Stamm.

Ein schlankes Ganglion mit 45 Zellen liegt im 3. Wurzelfaden, ein solches mit 26 im vierten. Alle diese 71 Zellen senden also ihre zentralen Fasern durch den N. accessorius ins 2. Cervicalsegment. Im Stamm auf der Höhe des 3. Wurzelfadens liegt eine weitere Zelle, die ihre zentrale Faser wohl in ein kaudaleres Segment sendet. Die kaudale Anschwellung im Stamm ist nur durch Verdickung des Bindegewebes bedingt. Von ihr aus zieht eine Anastomose kranial und lateralwärts zur Rad. dors. C 1 proximal vom Ganglion spinale. Sie enthält etwa in der Mitte eine Zelle und 6 weitere mehr distal, wo sie in die Hinterwurzel übergeht. Diese selbst ist zellfrei, soweit wir sie untersucht haben; das Ganglion C 1 liegt an typischer Stelle extradural. Es ist anzunehmen, daß die Anastomosenfasern aus der Peripherie über den ersten Spinalnerven herankommen und dem Accessorius zugeführt werden. In welcher Wurzel, von der 4. an, sie das Rückenmark erreichen, ist nicht festzustellen. Die 7 Zellen sind sicher nicht alle, die zur Anastomose gehören. Ob aber die weiteren im Ganglion C 1 oder kaudal von der Anastomose im Accessorius liegen, ist nicht zu entscheiden.

Auf der Höhe des 5. Wurzelfadens lassen sich im Stamm ein Ganglion mit 12 und ein zweites mit 25 Zellen neben 6 verstreuten Elementen erkennen. In der 6. Wurzel liegen 8 verstreute Zellen. Dem 3. Cervicalsegment sind also 8 Zellen sicher zugeordnet, während 43 auch zu tieferen Segmenten gehören könnten.

Die 7. Wurzel ist zellfrei, immerhin kann sie sensible Fasern

kranialer gelegener Zellen führen. Die 8. Wurzel weist in ihrer Stammstrecke 76 Zellen auf. Der Stamm enthält auf der Höhe von C 4 sechs verstreute Elemente.

Die 9. Wurzel (C 5) birgt keine Zellen. Daß sie rein motorisch sei, läßt sich nicht behaupten; die 6 Zellen im Stamm auf der Höhe von C 4 könnten ihren Fasern angehören.

Von den insgesamt 744 Zellen liegen in Wurzeln 135, im Stammbereiche derselben 552, im Stamme selbst 57 und in der Anastomose 7.

Nerv 3: Nach der Aufnahme der letzten bulbären Wurzel weist der Stamm auf einer Strecke von etwa 15 mm nur eine Zelle auf, sie liegt unter seiner Bindegewebsscheide. Dann finden wir, kranial vom Abgang des 1. spinalen Wurzelfadens, in dessen Verlängerung im Stamm, eine langgestreckte Gruppe von 56 Zellen. Sie erstreckt sich über etwa 16 mm und setzt sich in einen Komplex von 7 Zellen fort, der sich am Übergang der Wurzel in den Stamm befindet. Der Rest des Fadens ist zellfrei. Er lagert sich eng an die Rad. dors. C 1, geht aber keine Faserverbindung mit ihr ein. Parallel zum ersten Accessoriusganglion liegt ein zweites, ebenfalls langgestrecktes, größeres mit 91 Zellen. Es erstreckt sich über 22 mm im Stamme selbst. Wie das erste, so enthält auch dieses höchstens 4 Zellen pro Querschnitt. Gegen sein kaudales Ende häufen sich zellfreie Schnitte. Außerhalb der beiden Ganglien liegen auf der Höhe derselben 3 Zellen einzeln. Unterhalb des ersten Wurzelfadens stoßen wir zunächst auf keine Zellen im Stamme selber. Dieser legt sich der Rad. dors. C 1 ventral an; die erste Accessoriuswurzel läuft dorsal um die Rad. dors. C 1, geht aber ventral von der Ursprungslinie der Hinterwurzel ins Rückenmark. Faseraustausch findet nicht statt. Die Rad. dors. C 1 enthält 15 Zellen in einer kurzen Strecke medial vom Accessoriusstamm, aber lateral vom 1. Wurzelfaden. Das Ganglion C 1 liegt extradural, also weit lateral von den Zellen.

In der Verlängerung des 2. Wurzelfadens in den Stamm liegen 2 Zellen, in der Wurzel selbst, über den ganzen Faden verteilt, 37; nur der dem Rückenmark am nächsten liegende Teil ist zellfrei. Der Stamm selbst enthält in diesem Bereiche 11 verstreute Zellen. Von den im Ganzen 208 Zellen entsenden 102 sicher ihre zentralen Fasern durch die beiden kranialsten Wurzeln ins erste Rückenmarkssegment, 106 dürften das auf einem kaudaleren Niveau tun.

Kaudal vom 2. Wurzelfaden liegen 7 Zellen im Stammteil des 3. Wurzelfadens. In der Wurzel selbst befindet sich eine Kette von 14 Zellen, alle an derselben Stelle des Querschnittes, dem Haupt-

Wurzeln	Anzahl	Segment	Wurzeln	Stamm	Total
1	63	C 1	102	106	208
2	39				
3	21	C 2	57	26	83
4	—				
5	18				
6	4				
7	14				
8	47	C 3	47	63	110
9	—				
10	1	C 4/5	1	—	1
Total	207	C 1—C 4/5	207	195	402

Tabelle 3

Zusammenstellung der Zellen in *Nerv 3* nach Vorkommen in Wurzeln und Stamm.

stamm zugekehrt. Der zum Rückenmark ziehende Teil des Fadens ist zellfrei. Der vierte Wurzelfaden weist keine Zelle auf, dagegen finden wir kaudal von seinem Eintritte in den Stamm 5 verstreute und 13 zu einem Ganglion angeordnete Elemente. Daneben liegen innerhalb der Verlängerung des 5. Wurzelfadens 13 Zellen, davon 2 in einem Bündel auffallend dünner Fasern. 5 Zellen finden sich im Faden selbst, nahe dem Eintritt in den Stamm, 2 weitere liegen auf der Höhe der 5. Wurzel im Stamm. Der 6. Wurzelfaden läßt, schon innerhalb des Stammes, 4 Zellen erkennen, in seiner freien Strecke keine. Die 7. Wurzel enthält im Stammgebiet 14 Zellen, der Stamm selbst auf ihrer Höhe 6 verstreute. 57 Zellen wurzeln auf der Höhe von C 2, 26 noch tiefer.

Der 8. Wurzelfaden birgt im Stammteil 29 Zellen und 18 weitere im stammnahen Abschnitt seiner freien Strecke. Dazu gesellen sich 57 Elemente in Form eines langen Ganglion und 6 einzeln liegende auf derselben Höhe im Stamm. Der 9. Wurzelfaden ist zellfrei. In das Segment C 3 entsenden 47 Zellen ihre zentralen Fasern, die 63 im Stamm gehören wohl zur kaudalsten Wurzel (C 4/5).

Auf der Höhe des 9. Wurzelfadens liegt 1 Zelle im Stamm, d. h. im Ursprungswurzelfaden 10.

Von den insgesamt 402 Zellen des 3. Nerven liegen im Stamm selbst 195, in den Wurzeln 81 und in ihren Stammabschnitten 126; die Hälfte der Gesamtzahl sind demnach Wurzelzellen.

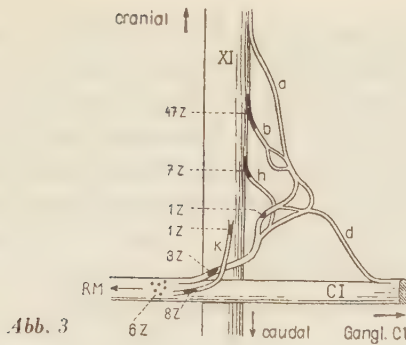


Abb. 3

Nerv 4: Gegen die kaudalste bulbäre Wurzel hin liegen im kranialsten Teil der Pars spinalis 26 verstreute und 14 zu einem Ganglion zusammengefaßte Zellen. Die erste spinale Wurzel läßt kurz vor ihrem Eintritt in den Stamm ein Ganglion von 40 Zellen erkennen.

Die kranialste Verbindung der Rad. dors. C 1 mit dem Accessorius ist im vorliegenden Falle ungemein kompliziert (Abb. 3). Die Hinterwurzel selbst kreuzt den Stamm, ohne Fasern an der Kreuzungsstelle selbst mit ihm auszutauschen. Sie empfängt aber auf der Höhe der Kreuzung das absteigende Bündel k, das an seinem Abgang aus dem Accessorius eine Zelle und an seiner Verbindung mit der Rad. dors. C 1 8 Zellen enthält. Von k unabhängig entspringen die Bündel a, b und h aus dem Accessorius; a ist zellfrei, b und h

Wurzeln	Anzahl	Segment	Wurzeln	Stamm	Total
1	40	C 1	84	41	125
2	44				
3	106	C 2	106	2	108
4	—				
5	—	C 3	20	2	22
6	20				
7	—	C 4	3	11	14
8	—				
9	3	C 5	146	—	146
10	146				
11	—	C 5/6			
Total	359	C1–C5/6	359	56	415

Tabelle 4

Zusammenstellung der Zellen in *Nerv 4* nach Vorkommen in Wurzeln und Stamm.

enthalten in ihrem Ursprungsgebiet 47 bzw. 7 Zellen. Die drei Bündel gehen in ein Geflecht über, das nur an einer Stelle eine Zelle aufweist. Dieses Geflecht sitzt der Konvexität eines Bogens auf, dessen lateraler Schenkel (d) sich proximal vom Spinalganglion distalwärts in die Rad. dors. C 1 einsenkt und dessen medialer Schenkel auf der Höhe seiner Kreuzung mit dem Accessoriusstamm zentralwärts in die Hinterwurzel eintritt; unmittelbar vor dieser Verbindungsstelle enthält er 3 Zellen. In der Rad. dors. C 1 liegen medial von der Anastomose 6 Zellen; insgesamt dürften also 73 Zellen zur Anastomose gehören.

Der Faserverlauf in diesem Gewirr ließ sich nicht genau abklären. Immerhin kann gesagt werden, daß Fasern aus dem Bündel k in der Rad. dors. C 1 zentralwärts ziehen. Ihre Zellen liegen nicht nur in k selbst, dazu ist ihre Zahl zu klein, sondern wohl auch noch weiter kranial im Accessoriusstamm, wo bereits ihrer 40 erwähnt wurden. Die Bündel a, b und h dürften durch den Plexus und seine zentralwärts gerichtete Verbindung mit der Rad. dors. C 1 ebenfalls Accessoriusfasern zum Rückenmark leiten; 47 Zellen liegen in b, 7 in h, eine im Plexus und 3 in der Verbindung mit der Hinterwurzel, insgesamt also 58. Das Bündel d endlich halten wir für eine Abspaltung der Rad. dors. C 1, deren Fasern in dem schon erwähnten Bogen mit denen des Plexus zentralwärts ziehen, während die Zellen im Ganglion C 1 enthalten sind.

Die 47 Zellen im Bündel b und die 7 im Bündel h haben wir im Abschnitt über die Zellenzahlen nicht zum Accessorius gerechnet, weil sie zwar in der Hülle des Nervenstammes liegen, aber von den sicher zum Accessorius gehörenden Zellen durch ein Septum getrennt sind.

Die 2. Wurzel enthält in ihrer Verlängerung innerhalb des Stammes 6, im freien Verlauf 38 zu einem Ganglion zusammengefaßte Zellen. Eine Zelle liegt isoliert im Stamm. Wir gehen darum kaum fehl in der Annahme, daß mindestens 84 Zellen ihre zentralen Fasern durch die beiden ersten Accessoriuswurzeln in C 1 eintreten lassen, denn die 40 Zellen im oberen Stammbereiche glauben wir größtenteils den Anastomosen zuordnen zu sollen; ihrer Lage nach sind sie nicht überzeugend den beiden ersten Wurzelfäden zuzuteilen.

Im Stammteil der 3. Wurzel liegen 3 Zellen und etwas weiter kaudal ein Ganglion von 68 Elementen. 34 weitere Zellen setzen das Ganglion in den freien Teil der Wurzel fort. An verstreuten Zellen enthält der Stamm auf dieser Höhe 2, die 3. Wurzel selbst eine. Un-

mittelbar kaudal von der Verbindung der 3. Wurzel mit dem Stamm empfängt dieser eine medialwärts aufsteigende Anastomose aus dem kranialsten Bündel der Rad. dors. C 2. Die Anastomose verläßt die Hinterwurzel proximal von ihrem Ganglion und enthält einen Komplex von 55 Zellen, davon 3 verstreut in ihrer Verlängerung im Accessoriusstamm. Das Bündel der Rad. dors. C 2, das die Anastomose abgibt, enthält 4 verstreute Zellen. Diese dürften wohl mit den 55 Zellen in der Anastomose zu einer Gruppe zusammengefaßt werden. Nicht sehr wahrscheinlich ist, daß auch die 43 Zellen im Stamm kranial vom 4. Wurzelfaden hierher gehören. Diese Anastomose scheint uns verschiedene Deutungen zuzulassen. Die Zellen dürften in der Anastomose selbst, in der Rad. dors. C 2 und im Ganglion C 2 liegen. Ihre peripheren Fasern liefen dann in C 2 peripherwärts und die zentralen müßten im Accessoriusstamm liegen und das Zentralorgan über eine der kranialsten spinalen oder eine bulbäre Wurzel oder sogar über den Vagus erreichen. Nicht auszuschließen ist aber, daß die peripheren Fasern im Accessoriusstamm enthalten sind und die zentralen in der Rad. dors. C 2; die Verbindung der Anastomose mit dieser Wurzel spricht aber nicht in diesem Sinne.

Der 4. und der 5. Wurzelfaden sind zellfrei. 106 Zellen wurzeln sicher in C 2, 2 möglicherweise in tiefern Segmenten, sie könnten aber auch zu Fasern in der soeben erwähnten Anastomose gehören.

Kaudal von der 5., etwa auf der Höhe des Eintrittes der 6. Wurzel in den Stamm, verläßt eine Anastomose lateralwärts aufsteigend den Stamm, kreuzt ventralwärts das kaudalste Bündel der Rad. dors. C 2 und senkt sich in kranial konvexem Bogen peripherwärts in dieses ein. Sie enthält keine Zellen. Daß es sich um Fasern handelt, die aus dem Spinalnerven durch eine kaudal von der 6. liegende Wurzel des Accessorius das Rückenmark erreichen, scheint klar. Ob aber die Zellen im Ganglion C 2 oder im N. accessorius oder in beiden liegen, ist nicht zu entscheiden.

Der 6. Wurzelfaden zählt vor seinem Eintritt in den Stamm 16 zu einem Ganglion vereinte Zellen, innerhalb des Stammes 4. 20 Accessoriuszellen wurzeln also in C 3. Im Stamme selbst liegen auf dieser Höhe 2 Zellen, deren zentrale Fasern in tiefere Segmente absteigen dürften.

Kaudal vom Eintritt der 6. Wurzel in den Stamm liegen in diesem 6 Zellen dicht beisammen. An dieser Stelle kreuzt das kranialste Hinterwurzelbündel aus C 3 den Stamm; es legt sich ihm dicht an, ist aber durch Bindegewebe gänzlich von ihm getrennt.

In der Hinterwurzel selbst liegen verstreut 13 Zellen; das Ganglion liegt an typischer Stelle.

Der 7. und der 8. Wurzelfaden weisen keine Zellen auf, der 9. enthält ihrer 3 in seiner freien Strecke. Auf seiner Höhe fanden wir 5 Zellen im Stamm. Von den 14 Zellen im Gebiete von C 4 entsenden somit nur 3 ihre zentralen Fasern sicher in dieses Rückenmarkssegment, die übrigen aber in kaudalere, wenn die 6 Zellen im Stamm kaudal vom 6. Wurzelfaden nicht zum 7. oder 8. zu zählen sind.

Eine Überraschung ist das Auftreten eines Ganglion von 146 Zellen im Stamm am Zusammenfluß des 10. und 11. Wurzelfadens. Der 10. Wurzelfaden ist wie der 11. (letzte) im freien Abschnitt zellfrei. Wieviele Elemente des Ganglion zum einen oder andern gehören, ist nicht zu sagen.

Von den insgesamt 415 Zellen liegen in Wurzeln 132, in Stammteilen von solchen 227 und im Stamme selbst 56. Neben diesen Elementen sind zu erwähnen: 67 Zellen in den Anastomosen mit der Rad. dors. C 1, 6 in der Hinterwurzel C 1, 55 in der Rad. dors. C 2 (kranialstes Bündel), 4 in diesem Bündel selbst und 13 im kranialsten Strang der Rad. dors. C 3, total 145. Rechnen wir zu den 415 Zellen in Wurzeln und im Stamm die 122 Elemente in den Anastomosen hinzu, so ergibt sich eine Gesamtzahl von 537.

Wie schon *Vulpian* [1862] betonte, variiert die Zellenzahl im Accessorius in weiten Grenzen. Selbst die beiden Nerven eines Individuums zeigen erhebliche Unterschiede. Nach unsern Beobachtungen ist die Zellzahl beim Menschen größer als bei den wenigen daraufhin bisher untersuchten Tieren.

Ganz klar ist die Anordnung der sensiblen Neuren im Accessorius, wenn der Nerv keine Verbindungen mit einer Radix dorsalis eingeht. Die zentralen Fasern erreichen dann das Rückenmark über Accessoriuswurzeln und die peripheren streben im Stamm und in den Ästen dieses Nerven ihren Rezeptoren zu.

Ein Beispiel für dieses Verhalten ist der 3. unserer Nerven.

Schwieriger ist die Beurteilung, wenn Anastomosen vorhanden sind. Von anderer Seite sind diese unseres Wissens nicht untersucht worden. Aus unseren Beobachtungen ziehen wir den Schluß, daß sie ausschließlich sensible Fasern führen, da sich ja nur dorsale Wurzeln an ihnen beteiligen. Aber diese sensiblen Fasern können entweder peripher im Accessorius und zentral im Spinalnerven oder umgekehrt verlaufen. Beide Möglichkeiten können auch an demselben Objekte realisiert sein.

Unmöglich war es uns, die Lage aller zu den Anastomosen gehörigen Zellen zu ermitteln, denn Spinalganglienzellen kommen nicht nur in den Wurzeln und im Stamm des Accessorius vor, sondern auch in den Anastomosen selbst und in den dorsalen Wurzeln proximal vom Ganglion spinale. Durch die beiden zuletzt genannten Lokalisationen kann die Grenze zwischen Accessorius- und Spinalganglien stellenweise vollkommen verwischt werden. Die Möglichkeit ist gegeben, daß zentrale Fasern aus wahren Spinalganglienzellen im spinalen Accessorius das Rückenmark erreichen.

Aus der Anordnung der fünf echten von uns beobachteten Anastomosen ergibt sich mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit, daß in dreien von ihnen (Nerv 2 und zwei in Nerv 4) die peripheren Fasern in der Rad. dors. C 1 bzw. C 2 und die zentralen im Accessorius liegen, während in zwei Fällen (Nerv 1 und kranialste Anastomose Nerv 4) die peripheren Fasern über den Accessorius herankommen und die zentralen den Weg über die Rad. dors. C 1 einschlagen. Für beide theoretisch bestehenden Möglichkeiten ergeben sich somit eindeutige Beispiele.

Zusammenfassend ist folgendes festzustellen. In den 4 von uns untersuchten spinalen Accessorii fanden sich 1146, 744, 402 und 415 Spinalganglienzellen. 142, 135, 81 und 132 derselben liegen in stammnahen Wurzelstrecken, 932, 552, 126 und 227 in den Fortsetzungen der Wurzeln innerhalb des Stammes, 72, 57, 195 und 56 in den Stämmen selbst ohne erkennbare Beziehungen zu bestimmten Wurzeln. 1076, 687, 317 und 362 Zellen sind zu Ganglien zusammengefaßt, die bis 567 Zellen enthalten. 7, 5, 8 und 6 dieser Ganglien liegen in Wurzeln bzw. in den Stammabschnitten derselben, 4, 3, 3 und 2 in den Stämmen selbst. Die übrigen Zellen liegen einzeln: 36, 50, 51 und 17 in Wurzeln mit Einschluß ihrer Verlängerungen, 34, 7, 34 und 36 in den Stämmen. 2, 2, 2 und 4 Wurzeln sind gänzlich zellfrei, 4, 2, 3 und 2 nur in ihren freien Abschnitten, 6, 4, 0 und 2 nur im Stammteil der Wurzel. Anastomosen enthalten 35, 7, 67 und 55 Zellen. In 3 Fällen fanden wir 2, 6 und 4 Zellen in Hinterwurzeln, die durch Anastomosen mit dem Accessorius in Faserverbindung stehen. Diese Zellen müssen aber mit den in den Anastomosen verlaufenden Fasern nichts zu tun haben, wenn sie theoretisch gesehen auch zu ihnen gehören könnten, weil sie in der Fortsetzung der Faserverlaufsrichtung der Anastomosen, proximal vom eigentlichen Spinalganglion, liegen. Wir konnten aber in 2 Fällen 15 und 13 Zellen finden, die in Hinterwurzeln, zwischen Spinalganglion und Rückenmark

	Wurzeln	Zellen		Total
		in Ggl.	verstr.	
C 1	4	981	14	995
C 2	5	95	24	119
C 3	2	—	22	22
C 4	1	—	—	—
C 5	1	—	10	10
Nerv 1	13	1076	70	1146
C 1	2	503	36	539
C 2	2	71	1	72
C 3	2	37	14	51
C 4	2	76	—	76
C 5	1	—	6	6
Nerv 2	9	687	57	744
C 1	2	154	54	208
C 2	5	59	24	83
C 3	2	104	6	110
C 4/5	1	—	1	1
Nerv 3	10	317	85	402
C 1	2	92	33	125
C 2	3	102	6	108
C 3	1	16	6	22
C 4	3	6	8	14
C 5	1	146	—	146
C 5/6	1	—	—	—
Nerv 4	11	362	53	415

Tabelle 5. Übersicht über das Verhältnis von gruppierten zu verstreuten Zellen pro Segment und Nerv.

lagen, ohne daß die Radix dorsalis durch Fasern mit dem Accessorius verbunden gewesen wäre. *Peters* [1935] gelang es, Spinalganglienzellen im entsprechenden Bereich auch thorakal, lumbal und sakral nachzuweisen.

IV. Diskussion.

1. Die Anastomosen.

In unserem Material sind uns dreierlei Anastomosen begegnet, die in der Abbildung 4 schematisch charakterisiert sind. Im ersten Typus (Abb. 4) erfolgt die Leitung von der Peripherie her im Accessorius und über die Anastomose ins Rückenmark. Hierher gehören unsere Fälle 1 und 4/1 sowie folgende Beobachtungen *Weigners*

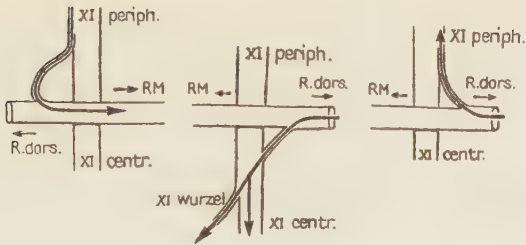


Abb. 4

[1901]: II/1 links Seite 557 (die zugehörige Fig. 4 scheint uns nicht ganz eindeutig), II/6 links Seite 511, Fig. 8, III/3 links Seite 568, Fig. 16, V/2 rechts Seite 578, Fig. 29. *Laux, Guerrier* und *Olivier* [1950] beschrieben analoge Fälle. Nach ihnen soll dieser Typ häufiger mit der Rad. dors. C 1 als mit C 2 vorkommen.

Im zweiten Typus laufen die Fasern im Spinalnerven zentralwärts und erreichen das Rückenmark über die Anastomose und den spinalen Accessorius. Die zweite Form ist also eine Art Gegenstück zur ersten. In unserem Material ist sie in den Fällen 2 und 4/3 vertreten, bei *Weigner* in seinen Beispielen II/2 rechts Seite 558, Fig. 5, (Anastomose mit Rad. dors. C1), II/4 rechts Seite 560, Fig. 7 (nur die eine Anastomose von zweien), wohl auch II/8 beidseits Seite 563 ohne Fig.

Der dritte Typus, bei uns nur vertreten durch 4/2, kommt uns nicht ganz eindeutig vor. Die Leitung erreicht zwar wie bei der zweiten Form vom Spinalnerven her die Anastomose und den spinalen Accessorius, aber in diesem läuft sie kranialwärts weiter. Auf welchem Wege sie das Zentralorgan erreicht, ist unsicher. Am nächsten liegt wohl die Annahme, daß es über eine bulbäre Wurzel geschehe. Ganz auszuschließen ist aber auch der Verlauf über den Vagus nicht. *Weigner* verzeichnet an derartigen Fällen II/2 rechts Seite 558, Fig. 5 (Anastomose mit Rad. dors. C 2), I/2 rechts Seite 555, Fig. 2, II/3 rechts Seite 559, Fig. 6, II/4 rechts Seite 560, Fig. 7 (die andere Anastomose), IV/4 links Seite 572, Fig. 20, V/8 links Seite 584, Fig. 37, V/1 rechts Seite 577, Fig. 28 und V/3 rechts Seite 579, Fig. 31. Eine Interpretation seiner Fälle gibt *Weigner* nicht. *Laux, Guerrier* und *Olivier* [1950] beschreiben analoge Fälle als ihren «Typ 2». Sie sahen sie häufiger mit der Rad. dors. C 2 als mit C 1.

2. Die Zuordnung der Zellen.

Es wurde die Ansicht geäußert (*Arnold* [1851], *Hovelacque* [1927], *Testut* [1949] u. a.), die Ganglienzellen im Accessorius und ihre in

diesem Nerven verlaufenden sensiblen Fasern gehören eigentlich alle zu Hinterwurzeln kranialer Zervikalnerven. Das trifft sicher für gewisse Fälle zu, z. B. *Weigner* [1901] III/2 links Seite 567, Fig. 15, IV/5 rechts Seite 572, Fig. 22, V/3 links Seite 580, Fig. 32. Aus unsern Beobachtungen ergibt sich aber auch eindeutig, daß weitaus die meisten sensiblen Neuren, auf die wir stießen, dem Accessorius als solchem angehören.

Dabei ist ausschlaggebend, daß beim Menschen (unser Nerv 3, mehrere Fälle bei *Weigner*) und bei Tieren (*Windle* [1931], *Tsuruyama* [1939], *Romanes* [1940] u. a.) spinale Accessorii mit Ganglien beobachtet wurden, ohne daß irgendwelche Verbindungen mit Spinalnerven bestanden. In diesen Fällen liegen alle sensiblen Neuren ganz und gar im Accessorius. Ihre Zahl ist gar nicht besonders klein. Denn zu den 402 Zellen in der Pars spinalis unseres 3. Nerven kommen sicher ebensoviele, wenn nicht beträchtlich mehr, im bulbären Teil; dort sind häufiger als in der Pars spinalis Ganglienzellen in den Wurzeln und im Stamme beschrieben worden (*Vulpian* [1862], *Pearson* [1938], *Kazzander* [1891], *Streeter* [1905], *Ranson*, *Foley* und *Alpert* [1933], *Foley* und *Du Bois* [1934], *Tsuruyama* [1939] u. a.). Umgekehrt wurden Zellen in beiden Teilen nie vermißt, so oft die Untersuchung auch nur einigermaßen eingehend war. An sicheren Beweisen für eine sensible Komponente des Accessorius fehlt es also nicht. Ihre Zellen können in allen Wurzeln und in beliebigen Teilen des bulbären und des spinalen Stammes gelegen sein. Beobachtungen von Zellen im gemeinsamen Stamm und in dem R. lateralis nervi accessorii (*Fahmy* [1927], *Tsuruyama* [1939], *Sekita* [1930], *Windle* [1931]) sind noch zu vereinzelt, so daß wir sie hier nicht in Betracht ziehen wollen.

Als wenigstens in einem gewissen Sinne zur Hinterwurzel gehörig wird man die Fasern betrachten können, die in Anastomosen mit dorsalen Wurzeln enthalten sind, also mit ebensoviel Recht auch ihre Ursprungszellen. Bei der Besprechung unserer 5 Anastomosen ergab sich schon, wie unsicher die Lokalisation dieser Elemente in der Regel ist. Sie können im Accessorius, in den Anastomosen, in den dorsalen Wurzeln proximal vom Ganglion und in den Spinalganglien untergebracht sein. Aus dieser kontinuierlichen Reihe von Fundorten folgt, daß eine Sonderung zwischen Accessorius- und Spinalganglienzellen in Anastomosefällen nicht klar und eindeutig durchzuführen ist. Eine reinliche Trennung des Accessorius- und des Spinalnervenbestandes besteht nur, wenn Anastomosen fehlen.

3. Zellgröße.

Ihrem ganzen Verhalten nach entsprechen alle Zellen in den Wurzeln und im Stamm der Pars spinalis n. accessorii denen, die wir in Spinalganglien zu sehen gewohnt sind. Nur *Laruelle* und *Reumont* [1948] ordnen sie als Zwischenformen zwischen Spinalganglienzellen und den Elementen der Hirnnervenganglien (Trigeminus) ein, ohne aber die Unterschiede näher zu beleuchten. Die Zellen sind wenigstens in erster Annäherung kugelförmig und stets von Amphizyten umgeben. Ihre Kerne liegen meist, aber durchaus nicht immer, zentral; besonders die kleineren Elemente weisen häufig exzentrische Kerne und dunkleres Plasma auf. Die Nerven 3 und 4 vom 54jährigen Mann enthalten gelbbraunes Alterspigment in einigen ihrer Zellen.

In Anbetracht der Zellform stellten wir zur Bestimmung ihrer Durchmesser fest, in wievielen Schnitten jedes Element sichtbar war und multiplizierten diese Zahl mit der Schnittdicke von 10 bzw. 15 μ . Der erste und der letzte Schnitt wurde einbezogen, wenn die Zelle wenigstens annähernd seine ganze Dicke einnahm. Wenn Zellen im ersten und im letzten Schnitt nur noch als flache Kuppen enthalten waren, so wurde nur einer von ihnen gezählt. Sehr genau ist dieses Verfahren nicht, aber wohl auch nicht viel unzuverlässiger als ein anderes. Messen wir nämlich den größten an einer Zelle im Schnitt zu findenden Durchmesser, so weicht er nur wenig von dem nach unserer Methode ermittelten Wert ab. Einbettung in Celloidin (Nerv 1 und 2) oder Paraffin (Nerv 3 und 4) bedingt keine deutlichen Unterschiede. Der mittlere Durchmesser aller Zellen beträgt bei Nerv 1 28 μ , bei Nerv 2 29 μ , bei Nerv 3 27 μ und bei Nerv 4 25 μ . Der aus der Summe aller gemessenen Zellen berechnete Durchschnitt beträgt 27 μ .

Weist man die Durchmesser in Klassen ein, die um je 10 μ voneinander differieren, so ergibt sich die Tabelle 6. Insgesamt betrachtet sind die Zellen von 21 bis 30 μ die häufigsten. Von diesem Gipfel fällt die Kurve nach links rasch, nach rechts allmählich ab. Diesem Verhalten widerspricht einzig Nerv 3, bei welchem die erste Klasse etwas stärker vertreten ist als die zweite. Graphisch dargestellt ergäbe sich für die einzelnen Nerven wie für das Gesamte eine eingipflige, aber unsymmetrische Kurve. Irgend einen Anhaltspunkt dafür, daß mehr als eine Zellkategorie vorliegt, finden wir nicht.

Wir haben die Zellen auch nach ihren Fundorten gruppiert: in den Wurzeln und ihren Verlängerungen einerseits, im Stamm andererseits, ferner nach ihrer Lage zu den Rückenmarkssegmenten. Ein anders gearteter Befund ließ sich dabei nicht erheben.

	10-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	Total
Nerv 1	186	558	337	45	20	—	—	1146
Nerv 2	174	280	182	65	38	4	1	744
Nerv 3	140	131	68	45	18	—	—	402
Nerv 4	139	164	82	26	3	1	—	415
Total	639	1133	669	181	79	5	1	2707

Tabelle 6. Absolute Frequenz der Zelldurchmesser, Abszisse arithmetisch gegliedert.

	10-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	Total
Nerv 1	16,2	48,7	29,4	3,9	1,7	—	—	100 %
Nerv 2	23,4	37,6	24,5	8,7	5,1	0,5	0,1	100 %
Nerv 3	34,8	32,6	16,9	11,2	4,5	—	—	100 %
Nerv 4	33,5	39,5	19,7	6,3	0,7	0,2	—	100 %
Total	23,6	41,8	24,7	6,6	2,9	0,19	0,03	

Tabelle 7. Prozentuale Frequenz der Zelldurchmesser, Abszisse arithmetisch gegliedert.

Registrieren wir an Stelle der absoluten die prozentualen Frequenzen der einzelnen Zelldurchmesser, so erhalten wir die Tabelle 7. Aus ihr geht wiederum hervor, daß der Kurvengipfel für die Gesamtzahl und für die Nerven 1, 2 und 4 in der zweiten Klasse liegt und für Nerv 3 in der ersten. Die Tabelle zeigt aber andererseits, daß die Kurven der einzelnen Nerven trotz ihrer Eingipfligkeit recht verschieden aussehen. Wir glauben keine Schlüsse aus diesem besonderen Verhalten ziehen zu dürfen.

Filogamo und *Torre* [1951] stellten auf Grund von Messungen an der Katze fest, daß die Spinalganglienzellen nach ihrem Volumen betrachtet in zwei Populationen zerfallen; die voluminöseren entsenden dickere, die kleineren dünnere Fasern sowohl nach der Peripherie als auch nach dem Zentrum. Die Autoren betrachten die Faserdicke als eine Funktion der Faserlänge. Unserem Empfinden nach begründet diese Erklärung die Existenz zweier Populationen nicht ganz befriedigend. Obschon wir ihn auch nicht beweisen können, möchten wir doch den Gedanken an funktionelle Unterschiede nicht rundweg ablehnen, vielleicht in dem Sinne, daß die beiden Populationen exteroceptiven und proprioceptiven Fasern entsprechen könnten. Experimentell (Seite 151) sind bisher im Accessorius keine

schmerzleitenden Fasern nachgewiesen worden und proprioceptive scheint er sehr wahrscheinlich zu führen. Wir denken daher daran, die einheitliche Zellpopulation im Accessorius könnte der Ausdruck ihrer ausschließlich proprioceptiven Funktion sein, ohne freilich diese Vermutung beweisen zu können.

Unseres Wissens sind in der Literatur noch nicht viele Messungen von Accessoriuszellen niedergelegt. *Uenae* [1930] fand beim Menschen Durchmesser zwischen 20 und 90 μ , *Romanes* [1940] beim Schaf 12 bis 80 μ . *Tsuruyama* [1939] gibt folgende Zusammenstellung für die Katze auf Grund von Messungen an 11 Nerven mit insgesamt 276 Zellen:

Durchmesser in μ	10:20	20:30	40:10	40:20	40:30	50:20-40	über 60
Zellenzahl	49	72	26	44	33	50	2

Diese Angaben *Tsuruyamas* beweisen die Schwierigkeit der Messung; die Zellen sind nichts weniger als kugelig, wenigstens bei der Katze. Ein zuverlässigerer Weg wäre die Bestimmung der Kernvolumina, ein anderer die Ermittlung der Zellvolumina, wenn dies möglich sein sollte.

4. Experimentelle Untersuchungen über einen sensiblen Accessoriusanteil.

Da wir selbst keine Experimente am Accessorius ausführten, beschränken wir uns auf kurze Literaturhinweise.

Chauveau [1891] dürfte wohl nicht der erste, aber doch einer der älteren Autoren sein, die am Accessorius experimentierten. Er tat es am Pferd, dessen R. lateralis einen Ast aus dem R. ventralis C2 aufnimmt. Reizung des zentralen Stumpfes dieser Anastomose hatte Schmerzäußerung zur Folge, Reizung des zentralen Accessoriusstumpfes aber blieb reaktionslos. Ähnliche Versuche unternahmen *Sternberg* [1898] bei *Macacus rhesus* sowie *Windle* und *Lozier* [1932] bei der Katze und zwar mit gleichem Erfolg.

Untersuchungen auf Faserdegeneration und Tigrolyse nach Durchschneidungen stellten *Windle* [1931], *Ranson*, *Foley* und *Alpert* [1933], *Hinsey* und *Corbin* [1934], *Du Bois* und *Foley* [1935/36], *Tsuruyama* [1939] an. Der zuletzt genannte Autor beobachtete nach der Durchschneidung des R. lateralis Degenerationen nicht nur im Accessorius und in Spinalganglien, sondern auch im Ggl. nodosum und im Ggl. cervicale craniale.

Aktionsströme registrierten *Corbin* und *Harrison* [1938] und *Cor-*

bin [1939] an *Macacus rhesus*, Yee, Harrison und Corbin [1939] am Kaninchen. Alle diese Untersuchungen stimmen darin überein, daß der Accessorius konstant, wenn auch in wechselnder Zahl propriozeptive Fasern für die Mm. sternocleidomastoideus und trapezius führt.

Die Accessoriuszellen senden ihre peripheren Fasern also höchst wahrscheinlich in den R. lateralis n. accessorii; den besten Beweis dafür haben Ranson, Foley und Alpert [1933] gegeben. Die ganzen anatomischen Verhältnisse lassen kaum daran denken, daß die Fasern mit dem R. medialis in den N. vagus gelangen. Ob an diese Möglichkeit je gedacht wurde, wissen wir nicht.

Zusammenfassung.

Nicht nur die Fäden der Radix myelencephalica, sondern auch die Fäden und der Stamm der Radix spinalis nervi accessorii des Menschen enthalten Spinalganglienzellen, über deren Zahl (bis über 1000) und Lage die vorliegende Arbeit berichtet. Die Durchmesser dieser Zellen schwanken innerhalb einer eingipfligen Kurve zwischen 20 und 90 μ . Wenn intradurale Anastomosen mit dorsalen Spinalnervenzwurzeln fehlen, was mindestens für einen Fünftel aller Fälle zutrifft, so liegen die ganzen sensiblen Neuren im Accessorius selbst. Die in den genannten Anastomosen ausgespannten Fasern gehören teils zu Neuren, deren zentrale Fasern im Accessorius und deren periphere in C 1 bis C 3 enthalten sind, teils zu solchen, für die das Umgekehrte zutrifft. Die Grenze zwischen spinalen und Accessoriusganglien ist dadurch verwischt, daß sowohl die Anastomosen als auch die dorsalen Spinalnervenzwurzeln, diese proximal von ihrem Ganglion, Zellen enthalten können. Aus der Literatur werden die Angaben über den Zellgehalt und die Anastomosen des Accessorius bei Tieren zusammengestellt sowie die experimentellen Untersuchungen über die funktionelle (höchst wahrscheinlich proprioceptive) Bedeutung seiner afferenten Neuren.

Summary.

In the fibres of both the cranial and the spinal accessory are over 1000 spinalganglia-cells. The diameter of the cells varies between 20 and 90 μ . When intradural anastomoses with the dorsal roots of spinal nerves are absent, the sensory neurons are in the accessory. The fibres within the anastomoses are neurons, the central fibres of which are in the accessory and the peripheral fibres are in C1-C3. The reverse may also be possible. By this there is no borderline between the spinal and the accessory ganglia. The literature and the experimental research about the functional significance of the afferent fibres of the accessory are discussed.

Résumé.

Non seulement les filaments de la radix myelencephalica, mais aussi les filaments et le tronc de la radix spinalis du nerf accessoire de l'homme contiennent des cellules ganglionnaires spinales; l'auteur en décrit le nombre (jusqu'à 1000) et la

disposition. Le diamètre des ces cellules varie entre 20 et 90 μ . Lorsque des anastomoses intradurémériennes avec les racines dorsales des nerfs spinaux manquent (dans $\frac{1}{5}$ des cas), tous les neurones sensitifs se trouvent dans le nerf accessoire. Les fibres cheminant dans ces anastomoses appartiennent soit à des neurones dont les fibres centrales se trouvent dans le nerf accessoire et les fibres périphériques dans C1-C3, soit à des neurones pour lesquels les dispositions sont diamétralement contraires. Les limites entre les ganglions spinaux et ceux du nerf accessoire sont effacées par le fait que les anastomoses tout comme les racines dorsales des nerfs spinaux renferment des cellules ganglionnaires. Revue de la littérature du sujet, en particulier aussi des données expérimentales sur l'importance fonctionnelle des neurones du nerf accessoire.

LITERATUR

- Arnold, F.*: Z. Physiol. v. *Tiedemann, F., G. R. und L. C. Treviranus*, Heidelberg und Leipzig 5, 175, 1833; Handbuch der Anat. d. Menschen, Bd. 2/2, p. 839, Herder, Freiburg 1851. – *Asch, G. Th.*: C. F. *Ludwigs* Scriptorum Neurologici minores selecti I, 330, 1791. – *Benninghoff, A.*: Lehrbuch d. Anat. d. Menschen, Bd. 3 p. 229, 3. Aufl., Lehmann, München/Berlin 1950. – *Bischoff, E. Ph. E.*: Mikroskop. Analyse d. Anastomosen d. Kopfnerven, p. 27, Lentner, München 1865. – *Bischoff, L. W. Th.*: Commentatio de Nervi accessorii Willisii Anatomia et Physiologia, p. 12, Leske, Darmstadt 1832. – *Bock, A. C.*: Die Rückenmarksnerven, p. 19, Baumgärtner, Leipzig 1827. – *Braus, H.-Elze, C.*: Anatomie des Menschen, Bd. 4, p. 277, Springer, Berlin 1950. – *Brodal, A.*: Neurological Anatomy, p. 198, Clarendon Press, Oxford 1948. – *Bumke, O. und O. Foerster*: Handb. d. Neurol., Bd. 1, p. 247, 321, Springer, Berlin 1935. – *Chauveau, A.*: Brain 14, 145, 1891. – *Chiarugi, G.*: Anatomia dell'uomo, Bd. IV/2, p. 724, 4. Aufl., Società ediz. libraria, Milano 1937; Arch. ital. Biol. 13, 309, 1890. – *Clara, M.*: Das Nervensystem d. Menschen, p. 492, 1. Aufl., Barth, Leipzig 1942. – *Corbin, K. B. and F. Harrison*: J. comp. Neurol. 69, 315, 1938; Brain 62, 191, 1939. – *Cruveilhier, J.*: Traité d'Anat., Paris 1877 (zit. nach *Weigner*: Anat. H. 17, 552, 1901). – *Cunningham, D. J.*: siehe *Stopford*. – *Du Bois, F. S. and J. O. Foley*: Anat. Rec. 64, 285, 1935/36. – *Du Bois, F. S.*: J. comp. Neurol. 47, 189, 1929. – *Eisler, P.*: Das Gefäß- und periph. Nervensyst. d. Gorilla, p. 34, Tausch u. Grosse, Halle 1890. – *Ellenberger, W. und H. Baum*: Syst. u. topogr. Anat. d. Hundes, p. 536, Parey, Berlin 1891; Handb. d. vergl. Anat. d. Haustiere, p. 956, 18. Aufl., Springer, Berlin 1943. – *Ehrenberg, C. G.*: in *Peggendorffs* Ann. Physiol. Chemie 28, 449, 1833. – *Fahmy, N.*: J. Anat., Lond. 61, 298, 1927. – *Ferner, H.*: Anat. d. Nervensyst. u. d. Sinnesorg. d. Menschen, p. 204, Reinhardt, Basel 1952. – *Filogamo, G. und M. Torre*: Boll. Soc. ital. Biol. sper. 27, 1716, 1951. – *Foley, J. O. and F. S. Du Bois*: J. comp. Neurol. 60, 137, 1934. – *Gray, H.*: Anatomy, p. 1075, 27. Aufl., Longmans, London/New York/Toronto 1938. – *Henle, J.*: Handb. d. Nervenlehre, p. 495, Vieweg, Braunschweig 1879. – *Hinsey, J. C. and K. B. Corbin*: J. comp. Neurol. 60, 37, 1934. – *Holl, M.*: Arch. Anat. Physiol., anat. Abt. 1878, p. 491. – *Hovelacque, A.*: Anat. des nerfs cran. et rach. et du syst. grand symp., p. 248, Doin, Paris 1927. – *Hijang, Schi-Hjau*: Acta anat. 11, 50, 1950/51. – *Huber, J. J.*: De medulla spinali speciatim de nervis ab ea provenientibus commentatio, p. 13, Goettingae 1741. – *Hyrtl, J.*: Med. Jb. oest. Staates, N. F. 10, 446, 1836; Lehrbuch d. Anat. d. Menschen, p. 607, 1. Aufl. Ehrlich, Prag 1846; Lehrbuch d. Anat. d. Menschen, p. 828, 8. Aufl., Braumüller, Wien

1863. – *Janosik, J.*: Anatomie cloveca, 1900 (zit. nach *Weigner*: Anat. H. 17, 552, 1901). – *Kazzander, J.*: Arch. Anat. Physiol., anat. Abt. 1891, p. 212. – *Krause, W.*: Handb. d. menschl. Anat., Bd. 2 (Spez. makr. Anat.) p. 870, 3. Aufl., Hahn, Hannover 1879. – *Kuntz, A.*: A Textbook of Neuro-Anatomy, p. 229, 4. Aufl., Lea and Febiger, Philadelphia 1945. – *Larsell, A.*: Anatomy of the Nervous System, p. 120, Appleton, New York 1942. – *Larsell, O.*: in *Morris' Human Anatomy*, p. 1082, 10. Aufl., Blakiston, Philadelphia/Toronto 1942. – *Laruelle, L.* und *M. Reumont*: C. R. Ass. Anat., 35^e Réunion (Strasbourg) 1948, p. 259. – *Laux, G.*, *Y. Guerrier* et *J. Olivier*: C. R. Ass. Anat., 37^e Réunion (Louvain), 1950, p. 262. – *Lenhossek, J. v.*: Denkschr. Akad. Wiss., math. natwiss. Cl. 10, 49, 1855. – *Luschka, H.*: Anatomie d. Menschen, Bd. 1/1, p. 395, Laupp, Tübingen 1862. – *Mayer, C.*: Verh. k. Leopold.-Carol. Akad. Naturf., Bd. 8/II, p. 681, Breslau und Bonn 1833. – *Meitner, F.*: Neuroanatomy, p. 91, 274, 2. Aufl., Mosby, St-Louis 1948. – *Monroe, A.*: Bemerkungen über die Struktur und Verrichtungen des Nervensyst., p. 24, Schwikerkert, Leipzig 1787. – *Morris*, siehe *O. Larsell*. – *Müller, J.*: Arch. Anat. Physiol. wiss. Med. 1834, p. 12; Arch. Anat. Physiol. wiss. Med. 1837, p. 273; Handb. d. Physiol. d. Menschen, Bd. 1, p. 639, Hölscher, Coblenz 1834. – *Nishizuka, T.*: Arb. anat. Inst. Univ. Kyoto, Serie A, Heft 4, p. 6, 1934/35. – *Ono, N.*: Jap. J. med. Sci., I. Anat. 5, 71, 1935. – *Pearson, A. A.*: J. comp. Neurol. 68, 243, 1938. – *Pensa, A.*: in *Pensa e Favaro*, Anat. sist., Bd. 2, p. 463, Unione tipografico-editrice, Torino 1935. – *Pernkopf, E.*: Top. Anatomie, Bd. 3, p. 144, Urban & Schwarzenberg, Wien 1952. – *Peters, G. A.*: Anat. Rec. 78, 113, 1940. – *Piersol, G. A.*: Human Anatomy, p. 1274, Lippincott, Philadelphia/London 1907. – *Ranson, S. W.*, *J. O. Foley* und *C. D. Alpert*: Amer. J. Anat. 53, 289, 1933. – *Rauber, A.-F. Kopsch*: Lehrbuch u. Atlas d. Anat. d. Menschen, Bd. 3, p. 239, 16. Aufl., Thieme, Leipzig 1943. – *Remak, R.*: Neue Notizen aus d. Gebiete d. Nat.- u. Heilkunde 3, 150, 1837. – *Romanes, G. J.*: J. Anat., Lond. 74, 336, 1939/40. – *Rouvière, H.*: Anatomie humaine, Bd. 1/I, p. 272, 6. Aufl., Masson, Paris 1948. – *Sabatier, M.*: Traité d'anatomie, Bd. 3, p. 261, Barrois, Paris 1791. – *Sekita, B.*: zit. nach *Uenae, F.*: Acta Sch. med. Univ. Kioto 12, 37, 1930. – *Sieglbauer, F.*: Lehrbuch d. norm. Anat. d. Menschen, 4. Aufl., Urban & Schwarzenberg, Berlin/Wien 1940. – *Springfeld, H.*: Z. wiss. Mikr. 52, 175, 1935. – *Sternberg, M.*: Pflügers Arch. ges. Physiol. 71, 158, 1898. – *Stilling, B.*: Über die Med. obl., p. 55, Enke, Erlangen 1843. – *Stopford, I. S. B.*: in *Cunninghams Textbook of Anatomy*, p. 985, 7. Aufl., Oxford Univ. Press, London 1937. – *Straus, W. L. jr.* und *A. B. Howell*: Quart. Rev. Biol. 11, 387, 1936. – *Streeter, G. L.*: Amer. J. Anat. 4, 83, 1905. – *Tanaka, T.*: Arb. anat. Inst. Kyoto, Serie A, Heft 3, p. 116, 1932. – *Testut, L.* und *A. Latarjet*: Traité d'anat. humaine, Bd. 3, p. 187, 9. Aufl., Doin, Paris 1949. – *Tsuruyama, K.*: Jap. J. med. Sci., I. Anat. 7, 1, 1939. – *Uenae, F.*: Acta Sch. med. Univ. Kyoto 12, 37, 1930. – *Villiger, E.-E. Ludwig*: Die periph. Innervation, p. 103, 10. Aufl., Schwabe, Basel 1946. – *Volkman, A. W.*: Arch. Anat., Physiol. wiss. Med. 1844, p. 511. – *Vulpian, A.*: J. Physiol., Paris 5, 5, 1862. – *Waldeyer, A.*: Anat. d. Menschen, Bd. 2, p. 95, de Gruyter, Berlin 1950. – *Weigner, K.*: Anat. H. 17, 549, 1901. – *Windle, W. F.*: J. comp. Neurol. 53, 71, 115, 1931. – *Windle, W. F.* und *L. C. de Lozier*: J. comp. Neurol. 54, 97, 1932. – *Yee, J., F. Harrison* und *K. B. Corbin*: J. comp. Neurol. 70, 305, 1939.

Eingegangen 2. Februar 1953.